



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **04255864 A**

(43) Date of publication of application: 10.09.92

(51) Int. Cl.

G03G 5/16**B41J 31/16****B41M 5/00****G11B 5/64**(21) Application number: **03017625**(22) Date of filing: **08.02.91**(71) Applicant: **OKI ELECTRIC IND CO LTD**(72) Inventor:
YAMANE HARUKI
KOBAYASHI MASANOBU
MAENO KIMINORI
SATO KAYOKO**(54) MAGNETIC RECORDING MEDIUM AND ITS PRODUCTION**

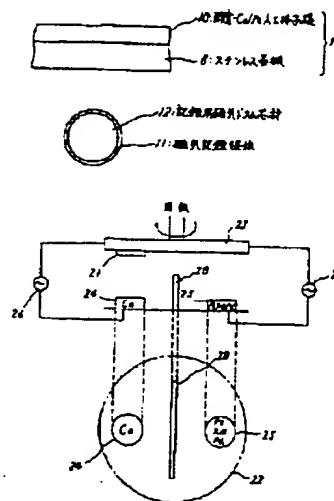
(57) Abstract:

PURPOSE: To increase residual magnetic flux density, to sufficiently increase coercive force and to decrease Curie temperature.

CONSTITUTION: A substrate 21 is placed in the atmosphere of mixed gas containing at least oxygen and high frequency power sources 26, 27 are connected between the substrate 21 and each of targets 24, 25 to treat the substrate by sputtering. Thereby an oxygen-Co/Pt artificial grid film 10 is formed on the substrate 21. The film is represented by the composition formula, $(\text{Co}/\text{Pt})_{100-XOX}$, when X is atom% and the composition is set in the range of $12X230$. Setting is made so that Co layer thickness, dC_o , may be $1\text{\AA}2dC_o215\text{\AA}$, and Pt layer thickness, dP_t , may be $2\text{\AA}2dP_t230\text{\AA}$.

Therefore, not only higher residual magnetic flux density in magnetic recording for perpendicular recording but also larger coercive force and lower Curie temperature in thermomagnetic recording can be obtained.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio


BEST AVAILABLE COPY

(51) Int.Cl. ³	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 G 5/16		6956-2H		
B 4 1 J 31/16		Z 7265-2C		
B 4 1 M 5/00		G 8305-2H		
G 1 1 B 5/64		7177-5D		

審査請求 未請求 請求項の数6(全7頁)

(21) 出願番号 特願平3-17625

(22) 出願日 平成3年(1991)2月8日

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72) 発明者 山根 治起

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

(72) 発明者 小林 政信

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

(72) 発明者 前野 仁典

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 川合 誠 (外3名)

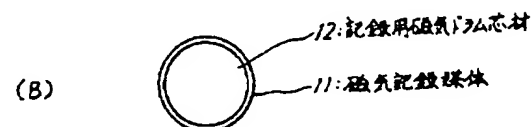
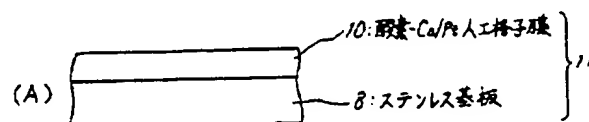
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気記録媒体及びその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 残留磁束密度を高くし、保磁力を十分に大きくし、しかもキュリー温度を低くすることができる。

【構成】 基板21は少なくとも酸素を含む混合ガスの雰囲気中に置かれ、基板21と各ターゲット24、25間に高周波電源26、27が接続されスパッタリングが施される。このようにして、基板21上に酸素-Co/Pt人工格子膜10(又は酸素-Co/Pd人工格子膜13)が形成されるが、該膜は、Xを原子%とした時、組成式 $(\text{Co/Pt})_{100-X}\text{O}_X$ 又は $(\text{Co/Pd})_{100-X}\text{O}_X$ で示されるものとし、組成範囲は $1 \leq X \leq 30$ に設定される。また、Co層厚 d_{Co} が $1 \text{ \AA} \leq d_{\text{Co}} \leq 15 \text{ \AA}$ となるように、Pt層厚 d_{Pt} 又はPd層厚 d_{Pd} が $2 \text{ \AA} \leq d_{\text{Pt}} \leq 30 \text{ \AA}$ 又は $2 \text{ \AA} \leq d_{\text{Pd}} \leq 30 \text{ \AA}$ になるように設定される。したがって、垂直記録を行う磁気記録において、高い残留磁束密度を得ることができるだけでなく、熱磁気記録において保磁力が大きく、キュリー温度を低くすることができる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 (a) 基板と、(b) 該基板上に形成された酸素-Co/Pt人工格子膜とから成り、(c) 上記酸素-Co/Pt人工格子膜は、

(Co/Pt)_{100-X}O_X

(Co/Pt) : Co/Pt人工格子膜

X : 原子%

なる組成式で示され、その組成範囲が

$1 \leq X \leq 30$

であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項2】 上記酸素-Co/Pt人工格子膜のCo層厚d_{Co}を

$1 \text{ \AA} \leq d_{Co} \leq 15 \text{ \AA}$

とし、Pt層厚d_{Pt}を

$2 \text{ \AA} \leq d_{Pt} \leq 30 \text{ \AA}$

とした請求項1記載の磁気記録媒体。

【請求項3】 (a) 基板と間隔を置いてCoターゲット及びPtターゲットを配設し、(b) 基板を周期的に移動させ、上記両ターゲットに交互に対向する位置に置き、(c) 少なくとも酸素を含む混合ガスの雰囲気において、スパッタリングを施し、基板上に酸素-Co/Pt人工格子膜を形成する磁気記録媒体の製造方法。

【請求項4】 (a) 基板と、(b) 該基板上に形成された酸素-Co/Pd人工格子膜とから成り、(c) 上記酸素-Co/Pd人工格子膜は、

(Co/Pd)_{100-X}O_X

(Co/Pd) : Co/Pd人工格子膜

X : 原子%

なる組成式で示され、その組成範囲が

$1 \leq X \leq 30$

であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項5】 上記酸素-Co/Pd人工格子膜のCo層厚d_{Co}を

$1 \text{ \AA} \leq d_{Co} \leq 15 \text{ \AA}$

とし、Pd層厚d_{Pd}を

$2 \text{ \AA} \leq d_{Pd} \leq 30 \text{ \AA}$

とする請求項4記載の磁気記録媒体。

【請求項6】 (a) 基板と間隔を置いてCoターゲット及びPdターゲットを配設し、(b) 基板を周期的に移動させ、上記両ターゲットに交互に対向する位置に置き、(c) 少なくとも酸素を含む混合ガスの雰囲気において、スパッタリングを施し、基板上に酸素-Co/Pd人工格子膜を形成する磁気記録媒体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、磁気記録媒体及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、磁気記録材料は、例えば熱磁気プリンタに用いられており、その場合磁気プリンタドラム

2

に磁気潜像が形成され、これを磁氣的に現像して可視像を得るようにしている（「マグネトグラフィプリンタ」今村舜に著、大野信編集、CMC「ノンインパクトプリンティング」第15章P. 159～P. 168、1986参照）。

【0003】 図2は従来の熱磁気プリンタの印刷プロセス図である。図において、記録用磁気ドラム1は矢印A方向に回転する。該記録用磁気ドラム1面上には磁気潜像を形成するための磁気記録媒体であるCrO₂薄膜などが設けられている。印刷プロセスにおいて、まず消磁手段2が磁気記録媒体を一定方向に磁化する。次に、磁気記録手段3が所定の磁気潜像を形成し、現像手段4が磁気潜像上にトナーを付着させることにより、磁気潜像は可視像化される。ここで、トナーは磁気記録媒体面上の漏れ境界による磁力線と磁気記録媒体面とが交差する部分に付着し、その結果、磁気潜像は可視像化される。

【0004】 その後、転写手段5及び定着手段6は、可視像を用紙上に転写、定着する。最後にクリーニング手段7は磁気記録媒体上の残留トナーを除去し、印刷プロセスを終了する。ところで、上記磁気記録媒体上に磁気潜像を記録する方法としてはサーマルヘッドを用いる方法やレーザビーム光照射によって加熱する方法がある。また、磁気記録媒体の磁化方向は、主として記録媒体面に沿う方向（面内記録法）と記録媒体の面に対し垂直である方向（垂直記録法）とがあり、高解像度を必要とする場合には垂直記録法が用いられる。垂直記録用の磁気記録媒体は、希土類元素と鉄族元素との合金膜、すなわちRE-TM合金膜又はCo-Cr合金膜で形成される。RE-TM合金膜は光磁気記録法を用いた光磁気ディスクに、またCo-Cr合金膜は磁気ヘッド記録法を用いた磁気ディスクに多く用いられている。

【0005】 さらに、最近では、Co/Pt人工格子膜やCo/Pd人工格子膜などの薄膜、またこれら人工格子膜を大気中において熱処理した膜も垂直磁化膜として熱磁気記録用として利用することができるようになっている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記構成の磁気記録媒体において、Co-Cr合金膜で形成した場合はキュリー温度が高いため熱磁気記録が困難となり、RE-TM合金膜で形成した場合は残留磁束密度が小さいためトナーの付着力が不十分となる。また、Co/Pt人工格子膜やCo/Pd人工格子膜の場合、全膜厚が数千Å程度以上においては磁気ヒステリシス曲線の角形比は1より小さくなり、熱磁気記録に必要な残留磁束密度が得られず、更に保磁力も2000e程度で小さい。

【0007】 そして、人工格子膜を大気中において熱処理を施した膜においては、膜が酸化するため保持力が大きく、残留磁束密度の大きい垂直磁化膜を得ることがで

3

きるが、該垂直磁化膜を形成する場合、膜の厚さや組成比などを考慮に入れて熱処理温度や熱処理時間などを正確に制御する必要があって、所定の磁気特性を得ることが困難となる。しかも、膜を形成した後に熱処理を行うため、膜の形成時間が長くなってしまふ。

【0008】このように、垂直記録用の垂直磁化膜を使用した熱磁気プリンタは、原理的には記録の安定性が高く、高解像度を得ることができ、しかも低消費電力で作動させることができるが、垂直磁化膜として有効な磁気記録媒体がない。本発明は、上記従来の磁気記録媒体の問題点を解決して、残留磁束密度が十分高く磁気記録を行うことができ、しかも保磁力が十分に大きく、かつキュリー温度が十分に低く熱磁気記録を行うことができる垂直記録用の磁気記録媒体を提供するとともに、その製造方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】そのために、本発明の磁気記録媒体においては、基板の上に酸素-Co/Pt人工格子膜又は酸素-Co/Pd人工格子膜を形成しており、該膜は、Xを原子%とした時、組成式 $(\text{Co}/\text{Pt})_{100-X}\text{O}_x$ 又は $(\text{Co}/\text{Pd})_{100-X}\text{O}_x$ で示されるものとする。この時、組成範囲は $1 \leq X \leq 30$ となるように設定される。

【0010】また、上記酸素-Co/Pt人工格子膜又は酸素-Co/Pd人工格子膜のCo層厚 d_{Co} を $1 \text{ \AA} \leq d_{\text{Co}} \leq 15 \text{ \AA}$ とし、Pt層厚 d_{Pt} 又はPd層厚 d_{Pd} を $2 \text{ \AA} \leq d_{\text{Pt}} \leq 30 \text{ \AA}$ 又は $2 \text{ \AA} \leq d_{\text{Pd}} \leq 30 \text{ \AA}$ とする。上記構成の磁気記録媒体を製造する場合、基板と間隔においてCoターゲット及びPtターゲット（又はPdターゲット）を配設し、基板を周期的に移動させ、上記両ターゲットに交互に対向する位置に置く。

【0011】そして、少なくとも酸素を含む混合ガスの雰囲気において、高周波スパッタリングを施し、基板上に酸素-Co/Pt人工格子膜（又は酸素-Co/Pd人工格子膜）を形成する。

【0012】

【作用】本発明によれば、上記のように基板と間隔においてCoターゲット及びPtターゲット（又はPdターゲット）を配設し、基板を周期的に移動させ、上記両ターゲットに交互に対向する位置に置く。そして、基板は少なくとも酸素を含む混合ガスの雰囲気に入れられ、スパッタリングが施される。

【0013】このようにして、基板上に酸素-Co/Pt人工格子膜（又は酸素-Co/Pd人工格子膜）が形成されるが、該膜は、Xを原子%とした時、組成式 $(\text{Co}/\text{Pt})_{100-X}\text{O}_x$ 又は $(\text{Co}/\text{Pd})_{100-X}\text{O}_x$ で示されるものとし、組成範囲は $1 \leq X \leq 30$ となるように設定される。また、上記酸素-Co/Pt人工格子膜又は酸素-Co/Pd人工格子膜のCo層厚 d_{Co} が $1 \text{ \AA} \leq d_{\text{Co}} \leq 15 \text{ \AA}$ となるように、Pt層厚 d_{Pt} 又はPd層

4

厚 d_{Pd} が $2 \text{ \AA} \leq d_{\text{Pt}} \leq 30 \text{ \AA}$ 又は $2 \text{ \AA} \leq d_{\text{Pd}} \leq 30 \text{ \AA}$ となるように設定される。

【0014】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面を参照しながら詳細に説明する。図1は本発明の磁気記録媒体を示す図であり、図の(A)は磁気記録媒体の断面図、(B)は記録用磁気ドラムの断面図である。図において、厚さが数十～数百ミクロンの曲折自在なステンレス基板8上に、不活性物質のアルゴンと酸素の混合ガスによってRFマグネトロンスパッタ法を用いて垂直磁化膜、すなわち数十～数百ミクロンの膜厚を有する酸素-Co/Pt人工格子膜10が積層されて磁気記録媒体11が形成される。該磁気記録媒体11はシート状に形成され、記録用磁気ドラム芯材12上に巻き付けられる。

【0015】図3は本発明の磁気記録媒体の製造方法が適用される製造装置の概略図、図の(A)は同正面図、(B)は同平面図である。図において、21は回転板22上に配設され、アルゴンと酸素の混合ガスの雰囲気中でスパッタリングを行うことによって人工格子膜が形成される基板である。24は上記基板21に対向して配設されるCoターゲットであり、25は同様に基板21に対向して配設されるPt（又は後述するPd）ターゲットである。

【0016】Coターゲット24及びPt（又は後述するPd）ターゲット25と上記回転板22との間にスパッタ用の高周波（RF）電源26、27が接続される。また、Coターゲット24とPt（又はPd）ターゲット25間にはしきり板28が配設される。上記構成の電圧印加型のRF多元スパッタ装置においては、回転板22が回転するのに伴い、Coターゲット24とPt（又はPd）ターゲット25上を基板21が回転することになり、該基板21上にPt（又はPd）とCoが周期的に積層され、酸素-Co/Pt人工格子膜10が形成される。酸素は一部分のCo及びPtを酸化している。この時、CoとPtの酸化の程度は条件によって異なる。

【0017】ここで、スパッタリングの条件は、

バックグラウンド真空度： $P_{\text{Bg}} = 2.0 \times 10^{-3} \text{ Torr}$ 以下

アルゴンと酸素の混合ガス圧： $P_{\text{Ar}} = 3.0 \times 10^{-3} \text{ Torr}$

基板温度：室温

投入電力：周波数300～700W

また、上記酸素-Co/Pt人工格子膜10のCo層厚 d_{Co} は $1 \text{ \AA} \leq d_{\text{Co}} \leq 15 \text{ \AA}$ であり、Pt層厚 d_{Pt} は $2 \text{ \AA} \leq d_{\text{Pt}} \leq 30 \text{ \AA}$ である。

【0018】また、酸素-Co/Pt人工格子膜10は $(\text{Co}/\text{Pt})_{100-X}\text{O}_x$ なる組成式で示され、その組成範囲は、 $1 \leq X \leq 30$ である。ただし、 (Co/Pt) はCo/Pt人工格子膜、Xは原子%とする。図4は酸素-Co/Pt人工格子膜中における酸素濃度とス

パッタリング時の酸素分圧の関係を示す図である。

【0019】次に、上記構成の磁気記録媒体11を用いて熱磁気記録による磁気特性評価を行った結果について説明する。この実験には、酸素-Co/Pt人工格子膜10として組成が(Co/Pt)₉₀O₁₀の垂直磁化膜を使用し、Co層厚d_{Co}が5Å、Pt層厚d_{Pt}が15Åとなるように周期的に積層したものをを用いた。この磁気記録媒体11を評価したところ、保磁力は1300Oe程度で残留磁束密度は3000Gauss程度であり、磁性体であるトナーを吸収するのに十分な磁気力を有する。また、キュリー温度は200°C程度以下である。

【0020】次に、上記条件で作成した磁気記録媒体11の特性について図5及び図6に基づき説明する。図5は磁気記録媒体において膜中の酸素濃度を0%とした時の磁化曲線を示す図、図6は磁気記録媒体において膜中の酸素濃度を10%とした時の磁化曲線を示す図である。

【0021】保磁力及び残留磁束密度が著しく増加しているのが分かる。図7はスパッタリングによる膜作成時の酸素分圧と磁気特性の関係図である。酸素分圧P_{O₂}が5×10⁻⁶Torr以上になると磁気特性の向上が見られ、100×10⁻⁶Torrにおいて保磁力及び残留磁束密度が最大となっているのが分かる。

【0022】次に、本発明の他の実施例について説明する。図8は本発明の他の磁気記録媒体を示す図、図の(A)は磁気記録媒体の断面図、(B)は記録用磁気ドラムの断面図である。図において、厚さが数十～数百ミクロンの曲折自在なステンレス基板8上に、アルゴンと酸素の混合ガスによってRFマグネトロンスパッタ法を用いて垂直磁化膜、すなわち数十～数百ミクロンの膜厚を有する酸素-Co/Pd人工格子膜13が積層されて磁気記録媒体14が形成される。該磁気記録媒体14はシート状に形成され、記録用磁気ドラム芯材12上に巻き付けられる。

【0023】上記構成の酸素-Co/Pd人工格子膜13は、図3に示す製造装置及び製造方法によって形成される。また、スパッタリングの条件も同じである。上記酸素-Co/Pd人工格子膜13のCo層厚d_{Co}は1Å≤d_{Co}≤15Åであり、Pd層厚d_{Pd}は2Å≤d_{Pd}≤30Åである。また、酸素-Co/Pd人工格子膜13は(Co/Pd)_{100-X}O_Xなる組成式で示され、その組成範囲は、1≤X≤30である。ただし、(Co/Pd)はCo/Pd人工格子膜、Xは原子%とする。膜中における酸素濃度とスパッタリング時の酸素分圧P_{O₂}の関係は、上記の酸素-Co/Pt人工格子膜10と同様のものである。

【0024】次に、上記構成の磁気記録媒体14を用いて熱磁気記録による磁気特性評価を行った結果について説明する。この実験には、酸素-Co/Pd人工格子膜13として組成が(Co/Pd)₉₀O₁₀の垂直磁化膜を

使用し、Co層厚d_{Co}が5Å、Pd層厚d_{Pd}が15Åとなるように周期的に積層したものをを用いた。この磁気記録媒体14を評価したところ、保磁力は2000Oe程度で残留磁束密度は3000Gauss程度であり、磁性体であるトナーを吸収するのに十分な磁気力を有する。また、キュリー温度は200°C程度以下である。

【0025】次に、上記条件で作成した磁気記録媒体14の特性について図9及び図10に基づき説明する。図9は他の磁気記録媒体において膜中の酸素濃度を0%とした時の磁化曲線を示す図、図10は他の磁気記録媒体において膜中の酸素濃度を10%とした時の磁化曲線を示す図である。

【0026】保磁力及び残留磁束密度が著しく増加しているのが分かる。図11はスパッタリングによる膜作成時の酸素分圧と磁気特性の関係図である。酸素分圧P_{O₂}が5×10⁻⁶Torr以上になると磁気特性の向上が見られ、100×10⁻⁶Torrにおいて保磁力及び残留磁束密度が最大となっているのが分かる。

【0027】なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々変形することが可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。例えば、上記実施例においては、磁気記録媒体11、14を応用した例として熱磁気プリンタを示しているが、熱及び光の照射によって記録を行う他の記録装置にも応用することができる。

【0028】また、垂直磁化膜の全膜厚を数十～数百ミクロンとし、ステンレス基板8の板厚を数十～数百ミクロンとしているが、これらの厚さは用途に応じて変化させることができる。

【0029】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明によれば、基板と間隔を置いてCoターゲット及びPtターゲット(又はPdターゲット)を配設し、少なくとも酸素を含む混合ガスの雰囲気中でスパッタリングが施される。このようにして、基板上に酸素-Co/Pt人工格子膜(又は酸素-Co/Pd人工格子膜)が形成されるが、該膜は、Xを原子%とした時、組成式(Co/Pt)_{100-X}O_X又は(Co/Pd)_{100-X}O_Xで示されるものとし、組成範囲は1≤X≤30となるように設定され、また、Co層厚d_{Co}が1Å≤d_{Co}≤15Åとなるように、Pt層厚d_{Pt}又はPd層厚d_{Pd}が2Å≤d_{Pt}≤30Å又は2Å≤d_{Pd}≤30Åになるように設定されるので、垂直記録を行う熱磁気記録法において、高い磁気記録密度を得ることができるだけでなく、保磁力が大きく、残留磁束密度が大きくなる。また、膜を形成する時に少なくとも酸素を含む混合ガスを使用するだけでよいので、膜の製造方法が簡素化される。

【0030】そして、例えば熱磁気プリンタにこれを用いた場合、解像度を高くし消費電力を小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の磁気記録媒体を示す図である。

【図2】従来の熱磁気プリンタの印刷プロセス図である。

【図3】本発明の磁気記録媒体の製造方法が適用される製造装置の概略図である。

【図4】酸素-Co/Pt人工格子膜における酸素濃度とスパッタリング時の酸素分圧の関係を示す図である。

【図5】磁気記録媒体において膜中の酸素濃度を0%とした時の磁化曲線を示す図である。

【図6】磁気記録媒体において膜中の酸素濃度を10%とした時の磁化曲線を示す図である。

【図7】スパッタリングによる膜作成時の酸素分圧と磁気特性の関係図である。

【図8】本発明の他の磁気記録媒体を示す図である。

【図9】他の磁気記録媒体において膜中の酸素濃度を0

%とした時の磁化曲線を示す図である。

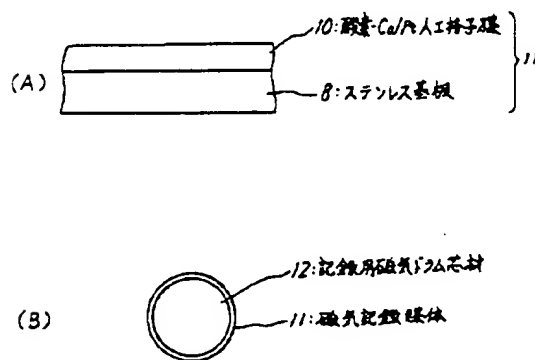
【図10】他の磁気記録媒体において膜中の酸素濃度を10%とした時の磁化曲線を示す図である。

【図11】スパッタリングによる膜作成時の酸素分圧と磁気特性の関係図である。

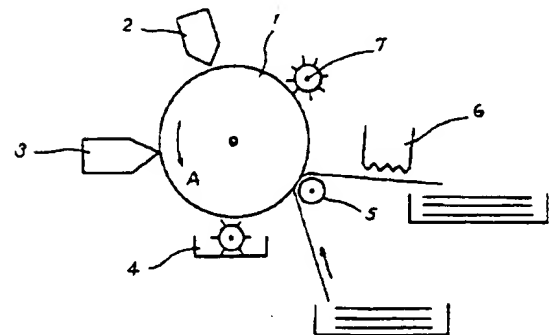
【符号の説明】

- 8 ステンレス基板
- 10 酸素-Co/Pt人工格子膜
- 11, 14 磁気記録媒体
- 12 記録用磁気ドラム芯材
- 13 酸素-Co/Pd人工格子膜
- 21 基板
- 22 回転板
- 24 Coターゲット
- 25 Pt (又はPd) ターゲット
- 26, 27 高周波 (RF) 電源
- 28 しきり板

【図1】



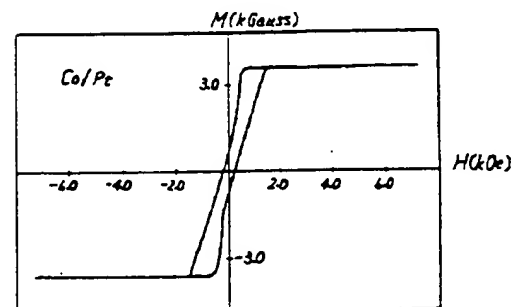
【図2】



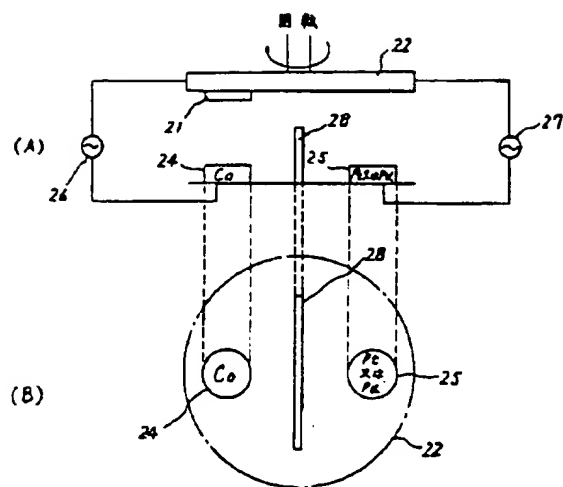
【図4】

膜中の酸素濃度 (原子%)	酸素分圧: P _{o₂} (Torr)
~1.0	5 × 10 ⁻⁶
4.0 ~ 10.0	20 × 10 ⁻⁶
6.0 ~ 15.0	100 × 10 ⁻⁶
10.0 ~ 30.0	200 × 10 ⁻⁶

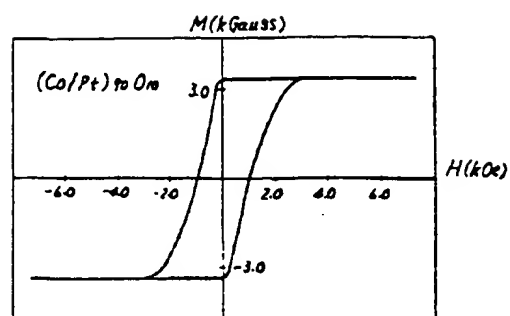
【図5】



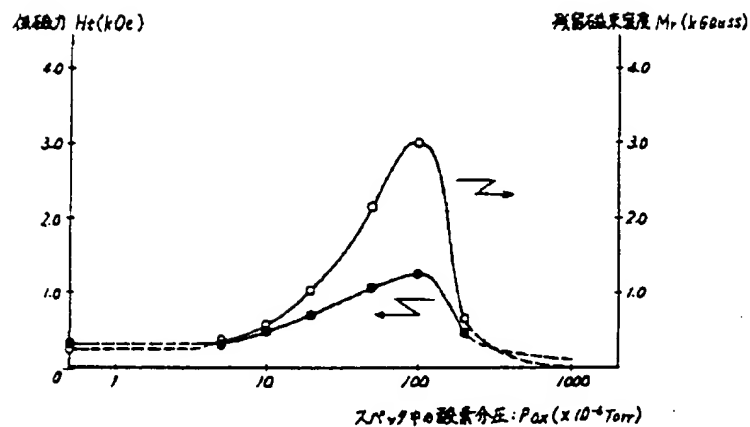
【図3】



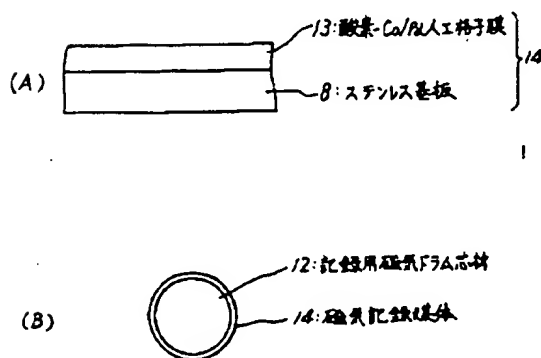
【図6】



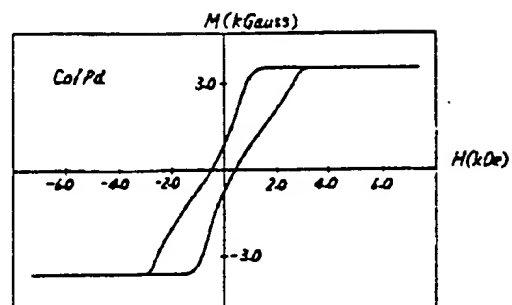
【図7】



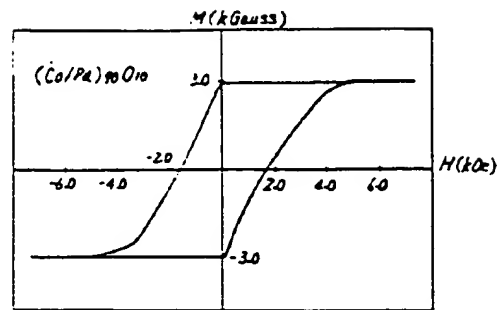
【図8】



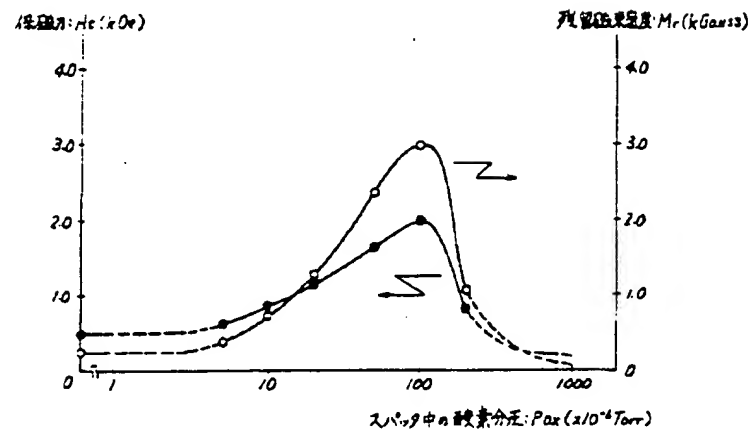
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72) 発明者 佐藤 佳代子
東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.